МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГООБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования   
**«Национальный исследовательский   
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»**

**(ННГУ)**

**Институт информационных технологий, математики и механики**

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА**

на тему:

**«Реализация и использование различных структур таблиц для хранения и обработки полиномов»**

**Выполнил(а):** студент(ка) группы 3822Б1ФИ2

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ / Савченко М.П./

Подпись

**Проверил:** к.т.н, доцент каф. ВВиСП

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ / Кустикова В.Д./

Подпись

Нижний Новгород  
2024

**Содержание**

[Введение 3](#_Toc167750620)

[1 Постановка задачи 4](#_Toc167750621)

[2 Руководство пользователя 6](#_Toc167750622)

[2.1 Приложение для демонстрации работы таблиц полиномов 6](#_Toc167750623)

[2.2 Приложение для демонстрации работы полиномов 9](#_Toc167750624)

[3 Руководство программиста 10](#_Toc167750625)

[3.1 Описание алгоритмов 10](#_Toc167750626)

[3.1.1 Таблица линейного поиска 10](#_Toc167750627)

[3.1.2 Отсортированная таблица 11](#_Toc167750628)

[3.1.3 Хэш-таблица открытого перемешивания 12](#_Toc167750629)

[3.2 Описание программной реализации 13](#_Toc167750630)

[3.2.1 Описание класса TabRecord 13](#_Toc167750631)

[3.2.2 Описание класса Table 14](#_Toc167750632)

[3.2.3 Описание класса ScanTable 16](#_Toc167750633)

[3.2.4 Описание класса SortedTable 17](#_Toc167750634)

[3.2.5 Описание класса HashTable 19](#_Toc167750635)

[3.2.6 Описание класса ArrayHashTable 20](#_Toc167750636)

[Заключение 23](#_Toc167750637)

[Литература 24](#_Toc167750638)

[Приложения 25](#_Toc167750639)

[Приложение А. Реализация класса TabRecord 25](#_Toc167750640)

[Приложение Б. Реализация класса Table 25](#_Toc167750641)

[Приложение В. Реализация класса ScanTable 27](#_Toc167750642)

[Приложение Г. Реализация класса SortedTable 29](#_Toc167750643)

[Приложение Д. Реализация класса HashTable 32](#_Toc167750644)

[Приложение Е. Реализация класса ArrayHashTable 32](#_Toc167750645)

[Приложение Ж. Программа демонстрации таблиц полиномов 35](#_Toc167750646)

# Введение

В предыдущей лабораторной работе была разработана и реализована структура данных для представления и работы с полиномами. Это включало создание классов для мономов (TMonom) и полиномов (TPolynom), которые позволяли эффективно хранить и манипулировать полиномами с несколькими переменными. Эти структуры данных обеспечили базовую функциональность для работы с полиномами, включая операции сложения, вычитания, умножения и дифференцирования.

В данной лабораторной работе основное внимание уделяется разработке и реализации различных структур таблиц, которые будут использоваться для хранения и обработки полиномов. В частности, реализуются следующие типы таблиц:

1. ScanTable - таблица с последовательным (линейным) поиском.
2. SortedTable - отсортированная таблица, поддерживающая быстрый поиск за счет упорядоченности элементов.
3. ArrayHashTable - хэш-таблица, обеспечивающая быстрый доступ к элементам с использованием хэш-функций.

Каждая из этих структур имеет свои особенности и преимущества в зависимости от типа задач и требований к производительности. В данной работе будет подробно рассмотрена реализация этих таблиц, а также приведены примеры их использования для хранения и обработки полиномов.

# Постановка задачи

Целью данной лабораторной работы является разработка и реализация различных структур таблиц для хранения и обработки полиномов, основанных на ранее разработанных структурах данных для мономов и полиномов. В частности, необходимо реализовать и протестировать следующие классы:

1. TabRecord:

* Структура записи таблицы, содержащая ключ и указатель на данные.
* Реализация конструкторов, деструкторов и операторов присваивания.

1. Table:

* Абстрактный класс таблицы с базовой функциональностью для вставки, удаления, поиска и доступа к записям.
* Определение методов для проверки состояния таблицы (пустая, полная) и управления текущей позицией в таблице.

1. HashTable:

* Абстрактный класс хэш-таблицы, наследуемый от `Table`.
* Реализация базового функционала с добавлением виртуального метода `hash\_func` для вычисления хэш-функции.

1. ScanTable:

* Таблица с последовательным (линейным) поиском, наследуемая от `Table`.
* Реализация методов вставки, удаления и поиска записей.

1. SortedTable:

* Отсортированная таблица, наследуемая от `ScanTable`, с реализацией методов поддержания упорядоченности элементов.
* Реализация быстрой сортировки и поиска записей.

1. ArrayHashTable:

* Хэш-таблица открытого перемешивания, наследуемая от `HashTable`, с реализацией хэш-функции и методов для обработки коллизий.
* Реализация методов вставки, удаления и поиска записей с использованием хэширования.

**Основная задача заключается в следующем:**

* Реализовать указанные структуры данных, обеспечив корректное выполнение всех необходимых операций.
* Провести тестирование каждой реализованной структуры с использованием библиотеки Google Test для проверки корректности работы методов.
* Продемонстрировать использование этих таблиц на примере хранения и обработки полиномов, представленных с помощью ранее разработанных классов `TMonom` и `TPolynom`.

**Основные этапы выполнения работы:**

1. Разработка классов и методов:

* Реализовать классы `TabRecord`, `Table`, `HashTable`, `ScanTable`, `SortedTable` и `ArrayHashTable`.
* Обеспечить корректную реализацию всех методов, включая вставку, удаление, поиск и доступ к элементам.

1. Тестирование:

* Написать тесты для каждого класса с использованием библиотеки Google Test.
* Проверить корректность работы всех методов, включая конструкторы и деструкторы.

1. Демонстрация работы:

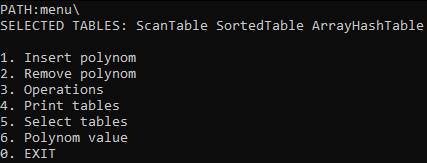
* Создать примеры использования разработанных таблиц для хранения и обработки полиномов.
* Показать преимущества и особенности каждой структуры на примере работы с полиномами.

Результатом работы будет полная реализация и тестирование различных структур таблиц, а также их применение для эффективной обработки математических выражений, представленных в виде полиномов.

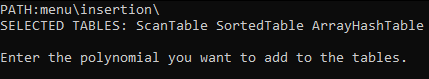
# Руководство пользователя

## Приложение для демонстрации работы таблиц полиномов

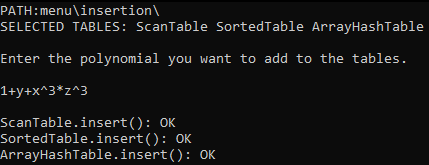
1. Запустите приложение с названием sample\_table.exe. В результате появится окно, показанное ниже (). На нем вам будет предложено выбрать меню для дальнейшей работы. Так же обозначены выбранные таблицы для работы. Для выбора введите соответствующий номер.



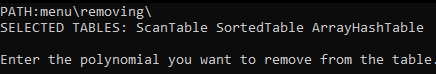
1. Основное окно программы.
2. При выборе меню «1. Insert polynom» вам будет предложено ввести полином, для добавления его в выбранную таблицу (). Так же будет выведено, был ли полином добавлен в таблицу или произошла ошибка ().



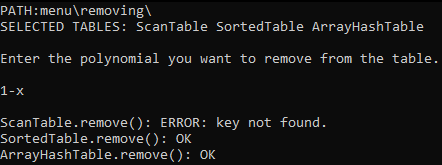
1. Меню «1. Insert polynom».



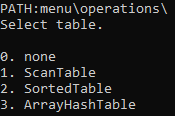
1. Пример добавления полинома в таблицу.
2. При выборе меню «2. Remove polynom» вам будет предложено ввести полином, который будет удален из выбранных таблиц (). Так же будет выведено, был ли полином удален из таблицы или произошла ошибка ().



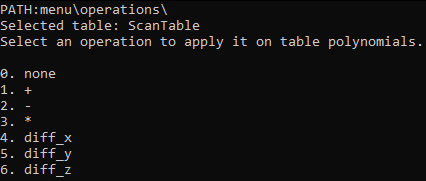
1. Меню «2. Remove polynom».



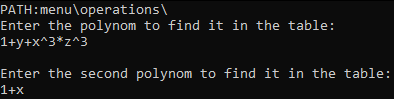
1. Пример удаления полинома из таблиц.
2. При выборе меню «3. Operations» сначала вам будет предложено выбрать таблицу из списка, из которой будут браться полиномы (). Затем будет предложено выбрать из списка арифметическую операцию (). Потом вы должны ввести полиномы из таблицы, над которыми будет произведена выбранная операция (). Если полинома в таблице не будет, то будет выведена ошибка и вас перенаправит в главное меню. В конце будет выведен результат операции, и вам будет предложено сохранить результат таблицы (). При попытке сохранить результат, будет выведено куда будет сохранен результат () и будет предложено изменить путь сохранения (см. п. 6 данного раздела).



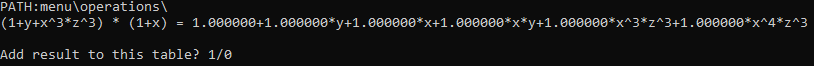
1. Меню «3. Operations». Выбор таблицы.



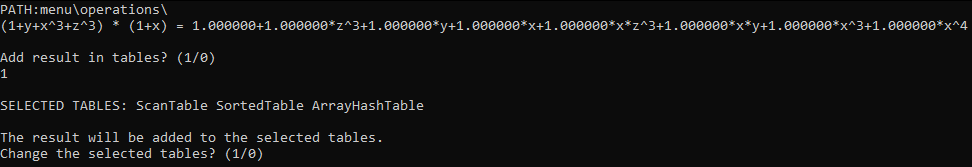
1. Меню «3. Operations». Выбор операции.



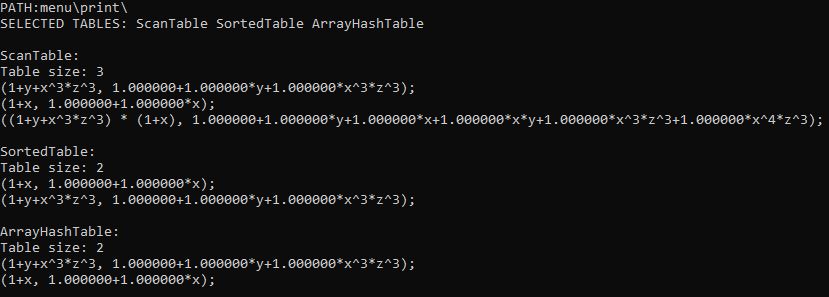
1. Меню «3. Operations». Ввод полиномов из таблицы.



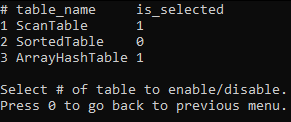
1. Меню «3. Operations». Вывод результата операции.



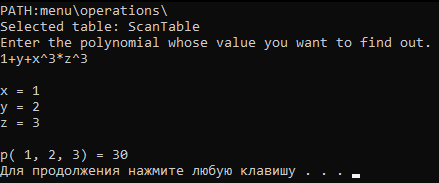
1. Меню «3. Operations». Добавление результата в таблицы.
2. При выборе меню «4. Print tables» будут полностью выведены выбранные таблицы ().



1. Вывод выбранных таблиц.
2. При выборе меню «5. Select tables» и при попытке сохранения результата операций, вам будет предложено выбрать таблицы, с которыми будет производиться работа далее (). Введите номер таблицы, чтобы выбрать ее или отменить выбор. Чтобы вернуться обратно, введите 0.



1. Меню выбора таблиц.
2. При выборе меню «6. Polynom value» сначала вам будет предложено выбрать таблицу из списка, из которой будут браться полиномы (). Затем вы должны ввести полином из таблицы. Если полином будет найден, введите координаты точки, в которой хотите получить значение полинома ().



1. Получение значения полинома.

## Приложение для демонстрации работы полиномов

Описано в отчете к предыдущей лабораторной работе.

# Руководство программиста

## Описание алгоритмов

### Таблица линейного поиска

Алгоритм таблицы линейного поиска (также известный как таблица с последовательным поиском) основан на простом принципе последовательного перебора всех элементов таблицы для выполнения операций поиска, вставки и удаления.

**1. Поиск:**

* Для поиска элемента в таблице линейного поиска начинается с первого элемента.
* Каждый элемент таблицы последовательно сравнивается с ключом поиска до тех пор, пока не будет найден элемент с совпадающим ключом или пока не будут просмотрены все элементы таблицы.
* Если элемент с заданным ключом найден, возвращается указатель на этот элемент; в противном случае возвращается значение nullptr, указывающее на отсутствие элемента в таблице.

**2. Вставка:**

* Вставка элемента в таблицу линейного поиска также начинается с первого элемента.
* Каждый элемент таблицы последовательно сравнивается с ключом вставляемого элемента до тех пор, пока не будет найден элемент с ключом, равным ключу вставляемого элемента, или пока не будет достигнут конец таблицы.
* Если элемент с таким ключом уже существует в таблице, вставка не производится; в противном случае вставляемый элемент вставляется в конец таблицы.

**3. Удаление:**

* Удаление элемента из таблицы линейного поиска также начинается с первого элемента.
* Каждый элемент таблицы последовательно сравнивается с ключом удаляемого элемента до тех пор, пока не будет найден элемент с совпадающим ключом или пока не будет достигнут конец таблицы.
* Если элемент с заданным ключом найден, он удаляется из таблицы путем замены его на последний элемент таблицы.

### Отсортированная таблица

Алгоритм отсортированной таблицы с бинарным поиском применяет бинарный поиск для эффективного выполнения операций поиска, вставки и удаления элементов в отсортированной последовательности.

**1. Поиск:**

* Для поиска элемента в отсортированной таблице с бинарным поиском сначала определяется середина отсортированной последовательности.
* Если ключ поиска совпадает с ключом в середине последовательности, элемент найден.
* Если ключ поиска меньше ключа в середине, поиск продолжается в левой половине последовательности; в противном случае поиск продолжается в правой половине.
* Процесс повторяется, пока не будет найден элемент с заданным ключом или пока не будет определено, что такого элемента нет в таблице.

**2. Вставка:**

* Для вставки нового элемента в отсортированную таблицу сначала определяется место для вставки с помощью бинарного поиска.
* Затем все элементы, начиная с найденной позиции и до конца таблицы, сдвигаются на одну позицию вправо, чтобы освободить место для нового элемента.
* Новый элемент вставляется на найденное место.

**3. Удаление:**

* Для удаления элемента из отсортированной таблицы сначала элемент находится с помощью бинарного поиска.
* После нахождения элемента его удаляют, а все последующие элементы сдвигаются на одну позицию влево, чтобы заполнить пустую позицию.
* Таким образом, отсортированность таблицы сохраняется после удаления элемента.

### Хэш-таблица открытого перемешивания

Алгоритм хэш-таблицы с открытым перемешиванием (или просто открытой адресацией) предполагает разрешение коллизий путем поиска свободной ячейки в таблице для вставки элемента.

**1. Хэширование:**

* Для вставки элемента сначала вычисляется хэш-значение ключа элемента с помощью хэш-функции.
* Хэш-функция преобразует ключ в индекс таблицы, в котором элемент должен быть размещен.

**2. Разрешение коллизий:**

* Если элемент пытается вставиться в ячейку, которая уже занята другим элементом (коллизия), применяется метод открытого перемешивания для нахождения свободной ячейки.
* Используем один из наиболее распространенных методов открытого перемешивания - это метод линейного пробирования, при котором ищется следующая свободная ячейка путем последовательного пробирования по индексам таблицы.

**3. Вставка:**

* После вычисления хэш-значения элемента и разрешения возможной коллизии, элемент вставляется в найденную свободную ячейку.

**4. Поиск:**

* Для поиска элемента сначала вычисляется хэш-значение ключа.
* Затем происходит последовательный поиск по ячейкам таблицы с использованием той же хэш-функции до тех пор, пока не будет найден элемент с соответствующим ключом или пока не будет обнаружена пустая ячейка, что означает отсутствие элемента в таблице.

**5. Удаление:**

* Для удаления элемента сначала он находится в таблице с помощью поиска по ключу.
* После нахождения элемента он удаляется из таблицы путем пометки соответствующей ячейки как свободной.

## Описание программной реализации

Table

ScanTable

HashTable

SortedTable

ArrayHashTable

TabRecord

### Описание класса TabRecord

template <class TKey, class TData>

struct TabRecord {

TKey key;

TData\* data;

TabRecord();

TabRecord(const TKey& \_key, TData\* \_data);

TabRecord(const TabRecord<TKey, TData>& tr);

~TabRecord();

const TabRecord<TKey, TData>& operator=(const TabRecord<TKey, TData>& tr);

};

**Назначение:** представление записи таблицы.

**Поля:**

key – ключ записи.

data – указатель на данные таблицы.

**Конструкторы:**

**TabRecord();**

Назначение: конструктор по умолчанию.

**TabRecord(const TKey& \_key, TData\* \_data);**

Назначение: конструктор с параметром.

Входные параметры: \_key – ключ, \_data – указатель на данные.

**TabRecord(const TabRecord<TKey, TData>& tr);**

Назначение: конструктор копирования.

Входные параметры: tr – копируемый объект.

**~TabRecord();**

Назначение: деструктор.

**Методы:**

**const TabRecord<TKey, TData>& operator=(const TabRecord<TKey, TData>& tr);**

Назначение: оператор присваивания.

Входные параметры: tr – присваиваемы объект.

Выходные параметры: ссылка на себя.

### Описание класса Table

template <class TKey, class TData>

class Table {

protected:

int count;

int max\_size;

int curr\_pos;

public:

Table(int \_max\_size = DEFAULT\_SIZE);

virtual void insert(const TKey& \_key, TData\* \_data) = 0;

virtual void remove(const TKey& \_key) = 0;

virtual TabRecord<TKey, TData>\* find(const TKey& \_key) = 0;

virtual TabRecord<TKey, TData>\* operator[](const TKey& \_key) = 0;

bool full() const noexcept;

bool empty() const noexcept;

bool ended() const noexcept;

virtual bool reset() noexcept;

virtual bool next() noexcept;

virtual TabRecord<TKey, TData>\* get\_curr() = 0;

int get\_size() const noexcept;

int get\_max\_size() const noexcept;

};

**Назначение:** абстрактное представление таблицы.

**Поля:**

count – количество записей в таблице.

max\_size – максимальное число записей в таблице.

curr\_pos – индекс текущей записи в таблице.

**Конструкторы:**

**Table(int \_max\_size = DEFAULT\_SIZE);**

Назначение: конструктор с параметром.

Входные параметры: \_max\_size – максимальный размер таблицы.

**Методы:**

**virtual void insert(const TKey& \_key, TData\* \_data) = 0;**

Назначение: вставка записи в таблицу.

Входные параметры: \_key – ключ, \_data – указатель на данные.

**virtual void remove(const TKey& \_key) = 0;**

Назначение: удаление записи из таблицы по ключу.

Входные параметры: \_key – ключ.

**virtual TabRecord<TKey, TData>\* find(const TKey& \_key) = 0;**

Назначение: поиск записи в таблице по ключу.

Входные параметры: \_key – ключ.

Выходные параметры: указатель на запись.

**virtual TabRecord<TKey, TData>\* operator[](const TKey& \_key) = 0;**

Назначение: поиск записи в таблице по ключу.

Входные параметры: \_key – ключ.

Выходные параметры: указатель на запись.

**bool full() const noexcept;**

Назначение: проверка, заполнена ли таблица.

Выходные параметры: true или false.

**bool empty() const noexcept;**

Назначение: проверка, пуста ли таблица.

Выходные параметры: true или false.

**bool ended() const noexcept;**

Назначение: проверка, является ли текущая запись в таблице последней.

Выходные параметры: true или false.

**virtual bool reset() noexcept;**

Назначение: переход в начало таблицы.

Выходные параметры: true или false.

**virtual bool next() noexcept;**

Назначение: переход на следующую запись таблицы.

Выходные параметры: true или false.

**virtual TabRecord<TKey, TData>\* get\_curr() = 0;**

Назначение: получение текущей записи.

Выходные параметры: указатель на запись.

**int get\_size() const noexcept;**

Назначение: получение числа записей в таблице.

Выходные параметры: количество записей в таблице.

**int get\_max\_size() const noexcept;**

Назначение: получение максимального числа записей в таблице.

Выходные параметры: максимальное количество записей в таблице.

### Описание класса ScanTable

template <class TKey, class TData>

class ScanTable : public Table<TKey, TData> {

protected:

TabRecord<TKey, TData>\*\* recs;

public:

ScanTable(int \_max\_size = DEFAULT\_SIZE);

ScanTable(const ScanTable<TKey, TData>& st);

virtual ~ScanTable();

virtual void insert(const TKey& \_key, TData\* \_data);

virtual void remove(const TKey& \_key);

virtual TabRecord<TKey, TData>\* find(const TKey& key);

TabRecord<TKey, TData>\* operator[](const TKey& \_key);

virtual TabRecord<TKey, TData>\* get\_curr();

friend std::ostream& operator<<(std::ostream& out, const ScanTable& table);

};

**Назначение:** представление таблицы поиска.

**Поля:**

recs – память под указатели на записи.

**Конструкторы:**

**ScanTable(int \_max\_size = DEFAULT\_SIZE);**

Назначение: конструктор с параметром.

Входные параметры: \_max\_size – максимальный размер таблицы.

**ScanTable(const ScanTable<TKey, TData>& st);**

Назначение: конструктор копирования.

Входные параметры: st – копируемый объект.

**virtual ~ScanTable();**

Назначение: деструктор.

**Методы:**

**virtual void insert(const TKey& \_key, TData\* \_data);**

Назначение: вставка записи в таблицу.

Входные параметры: \_key – ключ, \_data – указатель на данные.

**virtual void remove(const TKey& \_key);**

Назначение: удаление записи из таблицы по ключу.

Входные параметры: \_key – ключ.

**virtual TabRecord<TKey, TData>\* find(const TKey& key);**

Назначение: поиск записи в таблице по ключу.

Входные параметры: \_key – ключ.

Выходные параметры: указатель на запись.

**TabRecord<TKey, TData>\* operator[](const TKey& \_key);**

Назначение: поиск записи в таблице по ключу.

Входные параметры: \_key – ключ.

Выходные параметры: указатель на запись.

**virtual TabRecord<TKey, TData>\* get\_curr();**

Назначение: получение текущей записи.

Выходные параметры: указатель на запись.

**friend std::ostream& operator<<(std::ostream& out, const ScanTable& table);**

Назначение: печать таблицы.

Входные параметры: out – поток вывода, table – печатаемая таблица.

Выходные параметры: поток вывода.

### Описание класса SortedTable

template <class TKey, class TData>

class SortedTable : public ScanTable<TKey, TData> {

private:

void sort();

int partition(int low, int high);

void quick\_sort(int low, int high);

public:

SortedTable(int \_max\_size = DEFAULT\_SIZE);

SortedTable(const ScanTable<TKey, TData>& st);

SortedTable(const SortedTable<TKey, TData>& srt);

TabRecord<TKey, TData>\* find(const TKey& key);

TabRecord<TKey, TData>\* operator[](const TKey& \_key);

void insert(const TKey& \_key, TData\* \_data);

void remove(const TKey& \_key);

virtual TabRecord<TKey, TData>\* get\_curr();

friend std::ostream& operator<<(std::ostream& out, const SortedTable& table);

};

**Назначение:** представление отсортированной таблицы

**Конструкторы:**

**SortedTable(int \_max\_size = DEFAULT\_SIZE);**

Назначение: конструктор с параметром.

Входные параметры: \_max\_size – максимальный размер таблицы.

**SortedTable(const ScanTable<TKey, TData>& st);**

Назначение: конструктор преобразования типов.

Входные параметры: st – копируемый объект.

**SortedTable(const SortedTable<TKey, TData>& srt);**

Назначение: конструктор копирования.

Входные параметры: st – копируемый объект.

**Методы:**

**TabRecord<TKey, TData>\* find(const TKey& key);**

Назначение: поиск записи в таблице по ключу.

Входные параметры: \_key – ключ.

Выходные параметры: указатель на запись.

**TabRecord<TKey, TData>\* operator[](const TKey& \_key);**

Назначение: поиск записи в таблице по ключу.

Входные параметры: \_key – ключ.

Выходные параметры: указатель на запись.

**void insert(const TKey& \_key, TData\* \_data);**

Назначение: вставка записи в таблицу.

Входные параметры: \_key – ключ, \_data – указатель на данные.

**void remove(const TKey& \_key);**

Назначение: удаление записи из таблицы по ключу.

Входные параметры: \_key – ключ.

**virtual TabRecord<TKey, TData>\* get\_curr();**

Назначение: получение текущей записи.

Выходные параметры: указатель на запись.

**friend std::ostream& operator<<(std::ostream& out, const SortedTable& table)**

Назначение: печать таблицы.

Входные параметры: out – поток вывода, table – печатаемая таблица.

Выходные параметры: поток вывода.

**void sort();**

Назначение: сортировка.

**void quick\_sort(int low, int high);**

Назначение: быстрая сортировка.

Входные параметры: low – левый индекс, high – правый индекс.

**int partition(int low, int high);**

Назначение: разбиение массива.

Входные параметры: low – левый индекс, high – правый индекс.

Выходные параметры: индекс опорного элемента.

### Описание класса HashTable

template <class TKey, class TData>

class HashTable : public Table<TKey, TData> {

protected:

virtual size\_t hash\_func(const TKey& key) = 0;

public:

HashTable(size\_t size = DEFAULT\_SIZE) : Table(size) {};

};

**Назначение:** абстрактное представление хэш-таблицы.

**Конструкторы:**

**HashTable(size\_t size = DEFAULT\_SIZE);**

Назначение: конструктор с параметром.

Входные параметры: \_max\_size – максимальный размер таблицы.

**Методы:**

**virtual size\_t hash\_func(const TKey& key) = 0;**

Назначение: хэш-функция.

Входные параметры: \_key – ключ.

Выходные параметры: хэш.

### Описание класса ArrayHashTable

template <class TKey, class TData>

class ArrayHashTable : public HashTable<TKey, TData> {

protected:

size\_t hash\_step;

TabRecord<TKey, TData>\*\* recs;

TabRecord<TKey, TData>\* pMark;

int free\_pos\_ind;

size\_t hash\_func(const TKey& key);

size\_t get\_next\_pos(size\_t ind);

void coprime\_check(size\_t \_max\_size, size\_t \_hash\_step);

public:

ArrayHashTable(size\_t \_max\_size = DEFAULT\_SIZE, size\_t \_hash\_step = DEFAULT\_HASHSTEP);

ArrayHashTable(const ArrayHashTable<TKey, TData>& aht);

virtual ~ArrayHashTable();

TabRecord<TKey, TData>\* find(const TKey& key);

TabRecord<TKey, TData>\* operator[](const TKey& \_key);

void insert(const TKey& \_key, TData\* \_data);

void remove(const TKey& \_key);

bool reset() noexcept;

bool next() noexcept;

TabRecord<TKey, TData>\* get\_curr();

friend std::ostream& operator<<(std::ostream& out, const ArrayHashTable& table);

};

**Назначение:** представление хэш-таблицы открытого перемешивания.

**Поля:**

hash\_step – шаг хэша.

recs – память под указатели на записи.

pMark – запись-метка.

free\_pos\_ind – индекс свободной позиции.

**Конструкторы:**

ArrayHashTable(size\_t \_max\_size = DEFAULT\_SIZE, size\_t \_hash\_step = DEFAULT\_HASHSTEP);

Назначение: конструктор с параметром.

Входные параметры: \_max\_size – максимальный размер таблицы, \_hash\_step – шаг хэша.

ArrayHashTable(const ArrayHashTable<TKey, TData>& aht);

Назначение: конструктор копирования.

Входные параметры: aht – копируемый объект.

virtual ~ArrayHashTable();

Назначение: деструктор.

**Методы:**

TabRecord<TKey, TData>\* find(const TKey& key);

Назначение: поиск записи в таблице по ключу.

Входные параметры: \_key – ключ.

Выходные параметры: указатель на запись.

TabRecord<TKey, TData>\* operator[](const TKey& \_key);

Назначение: поиск записи в таблице по ключу.

Входные параметры: \_key – ключ.

Выходные параметры: указатель на запись.

void insert(const TKey& \_key, TData\* \_data);

Назначение: вставка записи в таблицу.

Входные параметры: \_key – ключ, \_data – указатель на данные.

void remove(const TKey& \_key);

Назначение: удаление записи из таблицы по ключу.

Входные параметры: \_key – ключ.

bool reset() noexcept;

Назначение: переход в начало таблицы.

Выходные параметры: true или false.

bool next() noexcept;

Назначение: переход на следующую запись таблицы.

Выходные параметры: true или false.

**TabRecord<TKey, TData>\* get\_curr();**

Назначение: получение текущей записи.

Выходные параметры: указатель на запись.

size\_t hash\_func(const TKey& key);

Назначение: хэш-функция.

Входные параметры: \_key – ключ.

Выходные параметры: хэш.

size\_t get\_next\_pos(size\_t ind);

Назначение: получение следующего индекса.

Входные параметры: ind – индекс.

Выходные параметры: следующий индекс.

friend std::ostream& operator<<(std::ostream& out, const ArrayHashTable& table);

Назначение: печать таблицы.

Входные параметры: out – поток вывода, table – печатаемая таблица.

Выходные параметры: поток вывода.

void coprime\_check(size\_t \_max\_size, size\_t \_hash\_step);

Назначение: проверка на взаимную простоту чисел.

Входные параметры: \_max\_size – максимальный размер таблицы, \_hash\_step – шаг хэша.

# Заключение

В заключении данной лабораторной работы хочется подчеркнуть важность разработки и реализации эффективных структур данных для хранения и обработки информации. В ходе выполнения этой работы были изучены и реализованы различные классы таблиц, включая таблицы с линейным поиском, сортированные таблицы с бинарным поиском и хэш-таблицы с открытым перемешиванием.

Благодаря разнообразию структур данных и методов их реализации, была освоена широкая область алгоритмов и структур данных, что позволяет эффективно решать различные задачи хранения и обработки данных. В частности, использование этих структур для хранения и обработки полиномов позволяет значительно упростить и оптимизировать операции над ними.

В результате успешного выполнения этой лабораторной работы были получены полезные навыки разработки и тестирования структур данных, которые могут быть применены в различных областях программирования, где требуется эффективная работа с данными.

# Литература

1. Лекция «Списковые структуры хранения» Сысоева А.В. https://cloud.unn.ru/s/x33MEa9on8HgNgw
2. Лекция «Списки в динамической памяти» Сысоева А.В. https://cloud.unn.ru/s/rCiKGSX33SSGPi4
3. Лекция «Полиномы» Сысоева А.В. <https://cloud.unn.ru/s/t6o9kp5g9bpf2yz>
4. Лекция «Организация доступа по имени. Таблицы» Сысоева А.В. <https://cloud.unn.ru/s/2Y92XyGc7r3XdBC>
5. Лекция «Хеш-таблицы» Сысоева А.В. https://cloud.unn.ru/s/B5fr3gKAL2LoHyH

# Приложения

## Приложение А. Реализация класса TabRecord

template <class TKey, class TData>

struct TabRecord {

TKey key;

TData\* data;

TabRecord();

TabRecord(const TKey& \_key, TData\* \_data);

TabRecord(const TabRecord<TKey, TData>& tr);

~TabRecord();

const TabRecord<TKey, TData>& operator=(const TabRecord<TKey, TData>& tr);

};

template <class TKey, class TData>

TabRecord<TKey, TData>::TabRecord() : key(), data(nullptr) {};

template <class TKey, class TData>

TabRecord<TKey, TData>::TabRecord(const TKey& \_key, TData\* \_data) {

key = \_key;

data = new TData(\*\_data);

}

template <class TKey, class TData>

TabRecord<TKey, TData>::TabRecord(const TabRecord<TKey, TData>& tr) {

key = tr.key;

data = new TData(\*tr.data);

}

template <class TKey, class TData>

TabRecord<TKey, TData>::~TabRecord() {

if (data) delete data;

}

template <class TKey, class TData>

const TabRecord<TKey, TData>& TabRecord<TKey, TData>::operator=(const TabRecord<TKey, TData>& tr) {

key = tr.key;

if (data) delete data;

data = new TData(\*tr.data);

return (\*this);

}

## Приложение Б. Реализация класса Table

#define DEFAULT\_SIZE 101

template <class TKey, class TData>

class Table {

protected:

int count;

int max\_size;

int curr\_pos;

public:

Table(int \_max\_size = DEFAULT\_SIZE);

virtual void insert(const TKey& \_key, TData\* \_data) = 0;

virtual void remove(const TKey& \_key) = 0;

virtual TabRecord<TKey, TData>\* find(const TKey& \_key) = 0;

virtual TabRecord<TKey, TData>\* operator[](const TKey& \_key) = 0;

bool full() const noexcept;

bool empty() const noexcept;

bool ended() const noexcept;

virtual bool reset() noexcept;

virtual bool next() noexcept;

int get\_size() const noexcept;

int get\_max\_size() const noexcept;

};

template <class TKey, class TData>

Table<TKey, TData>::Table(int \_max\_size) {

max\_size = \_max\_size;

count = 0;

curr\_pos = -1;

}

template <class TKey, class TData>

bool Table<TKey, TData>::full() const noexcept {

return (count == max\_size);

}

template <class TKey, class TData>

bool Table<TKey, TData>::empty() const noexcept {

return (count == 0);

}

template <class TKey, class TData>

bool Table<TKey, TData>::ended() const noexcept {

return (curr\_pos >= max\_size);

}

template <class TKey, class TData>

bool Table<TKey, TData>::reset() noexcept {

if (!empty()) {

curr\_pos = 0;

return ended();

}

else {

curr\_pos = -1;

return ended();

}

}

template <class TKey, class TData>

bool Table<TKey, TData>::next() noexcept {

curr\_pos++;

return ended();

}

template <class TKey, class TData>

int Table<TKey, TData>::get\_size() const noexcept {

return count;

}

template <class TKey, class TData>

int Table<TKey, TData>::get\_max\_size() const noexcept {

return max\_size;

}

## Приложение В. Реализация класса ScanTable

template <class TKey, class TData>

class ScanTable : public Table<TKey, TData> {

protected:

TabRecord<TKey, TData>\*\* recs;

public:

ScanTable(int \_max\_size = DEFAULT\_SIZE);

ScanTable(const ScanTable<TKey, TData>& st);

virtual ~ScanTable();

virtual void insert(const TKey& \_key, TData\* \_data);

virtual void remove(const TKey& \_key);

virtual TabRecord<TKey, TData>\* find(const TKey& key);

TabRecord<TKey, TData>\* operator[](const TKey& \_key);

virtual TabRecord<TKey, TData>\* get\_curr();

friend std::ostream& operator<<(std::ostream& out, ScanTable& table) {

out << "Table size: " << table.count << endl;

table.reset();

while (!table.ended()) {

auto curr = table.get\_curr();

if (curr) {

out << "(" << curr->key << ", " << \*curr->data << "); " << endl;

}

table.next();

}

return out;

}

};

template <class TKey, class TData>

ScanTable<TKey, TData>::ScanTable(int \_max\_size) {

if (\_max\_size <= 0) {

std::string exp = "ERROR: Table max\_size cant be less or equal than 0.";

throw exp;

}

max\_size = \_max\_size;

recs = new TabRecord<TKey, TData>\* [max\_size];

for (int i = 0; i < max\_size; i++) {

recs[i] = nullptr;

}

count = 0;

curr\_pos = -1;

}

template <class TKey, class TData>

ScanTable<TKey, TData>::ScanTable(const ScanTable<TKey, TData>& st) {

max\_size = st.max\_size;

count = st.count;

curr\_pos = st.curr\_pos;

recs = new TabRecord<TKey, TData>\* [max\_size];

for (int i = 0; i < count; i++) {

TKey key = st.recs[i]->key;

TData\* data = st.recs[i]->data;

recs[i] = new TabRecord<TKey, TData>(key, data);

}

}

template <class TKey, class TData>

ScanTable<TKey, TData>::~ScanTable() {

if (recs != nullptr) {

for (int i = 0; i < count; i++)

if (recs[i] != nullptr) delete recs[i];

delete recs;

}

}

template <class TKey, class TData>

void ScanTable<TKey, TData>::insert(const TKey& \_key, TData\* \_data) {

if (full()) {

std::string exp = "ERROR: Table is full.";

throw exp;

}

if (find(\_key) == nullptr) {

recs[count] = new TabRecord<TKey, TData>(\_key, \_data);

count++;

}

else {

throw std::string("ERROR: Record is already exist.");

}

}

template <class TKey, class TData>

void ScanTable<TKey, TData>::remove(const TKey& \_key) {

if (empty()) {

std::string exp = "ERROR: Table is empty.";

throw exp;

}

if (find(\_key) != nullptr) {

delete recs[curr\_pos];

recs[curr\_pos] = recs[count - 1];

count--;

}

else {

std::string exp = "ERROR: key not found.";

throw exp;

}

}

template <class TKey, class TData>

TabRecord<TKey, TData>\* ScanTable<TKey, TData>::find(const TKey& key) {

TabRecord<TKey, TData>\* res = nullptr;

for (int i = 0; i < count; i++) {

if (recs[i]->key == key) {

curr\_pos = i;

res = recs[i];

break;

}

}

return res;

}

template <class TKey, class TData>

TabRecord<TKey, TData>\* ScanTable<TKey, TData>::operator[](const TKey& \_key) {

return find(\_key);

}

template <class TKey, class TData>

TabRecord<TKey, TData>\* ScanTable<TKey, TData>::get\_curr() {

return recs[curr\_pos];

}

## Приложение Г. Реализация класса SortedTable

template <class TKey, class TData>

class SortedTable : public ScanTable<TKey, TData> {

private:

void sort();

int partition(int low, int high);

void quick\_sort(int low, int high);

public:

SortedTable(int \_max\_size = DEFAULT\_SIZE);

SortedTable(const ScanTable<TKey, TData>& st);

SortedTable(const SortedTable<TKey, TData>& srt);

TabRecord<TKey, TData>\* find(const TKey& key);

TabRecord<TKey, TData>\* operator[](const TKey& \_key);

void insert(const TKey& \_key, TData\* \_data);

void remove(const TKey& \_key);

virtual TabRecord<TKey, TData>\* get\_curr();

friend std::ostream& operator<<(std::ostream& out, SortedTable& table) {

out << "Table size: " << table.count << endl;

table.reset();

while (!table.ended()) {

auto curr = table.get\_curr();

if (curr) {

out << "(" << curr->key << ", " << \*curr->data << "); " << endl;

}

table.next();

}

return out;

}

};

template <class TKey, class TData>

void SortedTable<TKey, TData>::sort() {

quick\_sort(0, count - 1);

}

template <class TKey, class TData>

int SortedTable<TKey, TData>::partition(int low, int high) {

TKey pivot = recs[high]->key;

int i = low - 1;

for (int j = low; j <= high - 1; ++j) {

if (recs[j]->key < pivot) {

++i;

std::swap(recs[i], recs[j]);

}

}

std::swap(recs[i + 1], recs[high]);

return (i + 1);

}

template <class TKey, class TData>

void SortedTable<TKey, TData>::quick\_sort(int low, int high) {

if (low < high) {

int pi = partition(low, high);

quick\_sort(low, pi - 1);

quick\_sort(pi + 1, high);

}

}

template <class TKey, class TData>

SortedTable<TKey, TData>::SortedTable(int \_max\_size) : ScanTable(\_max\_size) {}

template <class TKey, class TData>

SortedTable<TKey, TData>::SortedTable(const ScanTable<TKey, TData>& st) : ScanTable(st) {

sort();

}

template <class TKey, class TData>

SortedTable<TKey, TData>::SortedTable(const SortedTable<TKey, TData>& srt) {

count = srt.count;

max\_size = srt.max\_size;

curr\_pos = srt.curr\_pos;

recs = new TabRecord<TKey, TData>\* [max\_size];

for (int i = 0; i < count; i++) {

recs[i] = new TabRecord<TKey, TData>(\*srt.recs[i]);

}

}

template <class TKey, class TData>

TabRecord<TKey, TData>\* SortedTable<TKey, TData>::find(const TKey& key) {

int left = 0, right = count - 1;

TabRecord<TKey, TData>\* search = nullptr;

while (left <= right) {

int mid = (right + left) / 2;

if (recs[mid]->key == key) {

search = recs[mid];

right = mid;

left = mid + 1;

}

else if (recs[mid]->key < key) left = mid + 1;

else right = mid - 1;

}

curr\_pos = right;

return search;

}

template <class TKey, class TData>

TabRecord<TKey, TData>\* SortedTable<TKey, TData>::operator[](const TKey& \_key) {

return find(\_key);

}

template <class TKey, class TData>

void SortedTable<TKey, TData>::insert(const TKey& \_key, TData\* \_data) {

if (full()) {

std::string exp = "ERROR: Table is full.";

throw exp;

}

if (find(\_key) == nullptr) {

for (int i = count - 1; i >= curr\_pos; i--) {

recs[i + 1] = recs[i];

}

recs[curr\_pos + 1] = new TabRecord<TKey, TData>(\_key, \_data);

count++;

}

else {

throw std::string("ERROR: Record is already exist.");

}

}

template <class TKey, class TData>

void SortedTable<TKey, TData>::remove(const TKey& \_key) {

if (empty()) {

std::string exp = "ERROR: Table is empty.";

throw exp;

}

TabRecord<TKey, TData>\* rec = find(\_key);

if (rec == nullptr) {

std::string exp = "ERROR: Key nod found.";

throw exp;

}

else {

delete rec;

for (int i = curr\_pos; i < count - 1; i++) {

recs[i] = recs[i + 1];

}

count--;

}

}

template <class TKey, class TData>

TabRecord<TKey, TData>\* SortedTable<TKey, TData>::get\_curr() {

return recs[curr\_pos];

}

## Приложение Д. Реализация класса HashTable

template <class TKey, class TData>

class HashTable : public Table<TKey, TData> {

protected:

virtual size\_t hash\_func(const TKey& key) = 0;

public:

HashTable(size\_t size = DEFAULT\_SIZE) : Table(size) {};

};

## Приложение Е. Реализация класса ArrayHashTable

#define DEFAULT\_HASHSTEP 10

template <class TKey, class TData>

class ArrayHashTable : public HashTable<TKey, TData> {

protected:

size\_t hash\_step;

TabRecord<TKey, TData>\*\* recs;

TabRecord<TKey, TData>\* pMark;

int free\_pos\_ind;

size\_t hash\_func(const TKey& key);

size\_t get\_next\_pos(size\_t ind);

void coprime\_check(size\_t \_max\_size, size\_t \_hash\_step);

public:

ArrayHashTable(size\_t \_max\_size = DEFAULT\_SIZE, size\_t \_hash\_step = DEFAULT\_HASHSTEP);

ArrayHashTable(const ArrayHashTable<TKey, TData>& aht);

virtual ~ArrayHashTable();

TabRecord<TKey, TData>\* find(const TKey& key);

TabRecord<TKey, TData>\* operator[](const TKey& \_key);

void insert(const TKey& \_key, TData\* \_data);

void remove(const TKey& \_key);

bool reset() noexcept;

bool next() noexcept;

TabRecord<TKey, TData>\* get\_curr();

friend std::ostream& operator<<(std::ostream& out, ArrayHashTable& table) {

out << "Table size: " << table.count << endl;

table.reset();

while (!table.ended()) {

auto curr = table.get\_curr();

if (curr) {

out << "(" << curr->key << ", " << \*curr->data << "); " << endl;

}

table.next();

}

return out;

}

};

template <class TKey, class TData>

size\_t ArrayHashTable<TKey, TData>::hash\_func(const TKey& key) {

std::hash<TKey> hasher;

return hasher(key) % max\_size;

}

template <class TKey, class TData>

size\_t ArrayHashTable<TKey, TData>::get\_next\_pos(size\_t ind) {

return (ind + hash\_step) % max\_size;

}

template <class TKey, class TData>

void ArrayHashTable<TKey, TData>::coprime\_check(size\_t \_max\_size, size\_t \_hash\_step) {

if (\_max\_size <= 0) {

std::string exp = "ERROR: Table max\_size cant be less or equal than 0.";

throw exp;

}

if (\_hash\_step <= 0) {

std::string exp = "ERROR: Table hash\_step cant be less or equal than 0.";

throw exp;

}

// gcd check

size\_t a = \_max\_size;

size\_t b = \_hash\_step;

while (b != 0) {

size\_t tmp = b;

b = a % b;

a = tmp;

}

if (a != 1) {

throw std::string("ERROR: max\_size and hash\_step must be coprime numbers.");

}

}

template <class TKey, class TData>

ArrayHashTable<TKey, TData>::ArrayHashTable(size\_t \_max\_size, size\_t \_hash\_step) : HashTable(\_max\_size) {

coprime\_check(\_max\_size, \_hash\_step);

recs = new TabRecord<TKey, TData>\* [max\_size];

for (int i = 0; i < max\_size; i++) {

recs[i] = nullptr;

}

hash\_step = \_hash\_step;

pMark = new TabRecord<TKey, TData>();

free\_pos\_ind = -1;

}

template <class TKey, class TData>

ArrayHashTable<TKey, TData>::ArrayHashTable(const ArrayHashTable<TKey, TData>& aht) {

max\_size = aht.max\_size;

count = aht.count;

hash\_step = aht.hash\_step;

curr\_pos = aht.curr\_pos;

free\_pos\_ind = aht.free\_pos\_ind;

recs = new TabRecord<TKey, TData>\* [max\_size];

pMark = new TabRecord<TKey, TData> ();

for (int i = 0; i < max\_size; i++) {

TabRecord<TKey, TData>\* tmp = aht.recs[i];

if (tmp == nullptr) recs[i] = tmp;

else if (tmp == aht.pMark) recs[i] = pMark;

else recs[i] = new TabRecord<TKey, TData>(\*tmp);

}

}

template <class TKey, class TData>

ArrayHashTable<TKey, TData>::~ArrayHashTable() {

for (int i = 0; i < max\_size; i++) {

if (recs[i] != nullptr && recs[i] != pMark) delete recs[i];

}

if (recs) delete[] recs;

if (pMark) delete pMark;

}

template <class TKey, class TData>

TabRecord<TKey, TData>\* ArrayHashTable<TKey, TData>::find(const TKey& key) {

curr\_pos = hash\_func(key);

for (int i = 0; i < max\_size; i++) {

if (recs[curr\_pos] == nullptr)

return nullptr;

else if (recs[curr\_pos] == pMark && free\_pos\_ind == -1)

free\_pos\_ind = curr\_pos;

else if (recs[curr\_pos]->key == key)

return recs[curr\_pos];

curr\_pos = get\_next\_pos(curr\_pos);

}

return nullptr;

}

template <class TKey, class TData>

TabRecord<TKey, TData>\* ArrayHashTable<TKey, TData>::operator[](const TKey& \_key) {

return find(\_key);

}

template <class TKey, class TData>

void ArrayHashTable<TKey, TData>::insert(const TKey& \_key, TData\* \_data) {

if (full()) {

std::string exp = "ERROR: table is full.";

throw exp;

}

TabRecord<TKey, TData>\* rec = find(\_key);

if (rec != nullptr && rec->key == \_key) {

throw std::string("ERROR: Record is already exist.");

}

if (rec != nullptr && free\_pos\_ind != -1) {

curr\_pos = free\_pos\_ind;

}

recs[curr\_pos] = new TabRecord<TKey, TData>(\_key, \_data);

count++;

}

template <class TKey, class TData>

void ArrayHashTable<TKey, TData>::remove(const TKey& \_key) {

TabRecord<TKey, TData>\* tmp = find(\_key);

if (tmp == nullptr) {

std::string exp = "ERROR: key not found";

throw exp;

}

delete tmp;

recs[curr\_pos] = pMark;

free\_pos\_ind = -1;

count--;

}

// If table not ended - true, else - false.

template <class TKey, class TData>

bool ArrayHashTable<TKey, TData>::reset() noexcept {

curr\_pos = 0;

while (!ended())

{

if (recs[curr\_pos] != nullptr && recs[curr\_pos] != pMark)

break;

curr\_pos++;

}

return !ended();

}

// If table not ended - true, else - false.

template <class TKey, class TData>

bool ArrayHashTable<TKey, TData>::next() noexcept {

curr\_pos++;

while (!ended())

{

if (recs[curr\_pos] != nullptr && recs[curr\_pos] != pMark)

break;

curr\_pos++;

}

return !ended();

}

template <class TKey, class TData>

TabRecord<TKey, TData>\* ArrayHashTable<TKey, TData>::get\_curr() {

if (recs[curr\_pos] == pMark) return nullptr;

else return recs[curr\_pos];

}

## Приложение Ж. Программа демонстрации таблиц полиномов

#include <iostream>

#include <string>

#include "tableslib.h"

#include "tpolynom.h"

using namespace std;

#define EXIT 0

#define INSERT 1

#define DELETE 2

#define OPERATIONS 3

#define PRINT 4

#define SELECT\_TABLES 5

#define VALUE 6

#define SUM 1

#define SUB 2

#define MUL 3

#define DIFF\_X 4

#define DIFF\_Y 5

#define DIFF\_Z 6

#define SCAN 1

#define SORTED 2

#define ARRAY\_HASH 3

ScanTable <string, TPolynom> scan\_table (DEFAULT\_SIZE);

SortedTable <string, TPolynom> sorted\_table (DEFAULT\_SIZE);

ArrayHashTable<string, TPolynom> array\_hash\_table(DEFAULT\_SIZE, DEFAULT\_HASHSTEP);

TabRecord<string, TPolynom>\* tr\_scan = nullptr;

TabRecord<string, TPolynom>\* tr\_sorted = nullptr;

TabRecord<string, TPolynom>\* tr\_array\_hash = nullptr;

bool flag\_scan = true;

bool flag\_sorted = true;

bool flag\_array\_hash= true;

void menu();

void insert();

void remove();

void operations();

void print\_tables();

void select\_tables();

void value();

void print\_selected\_tables();

void save\_polynom(const string& name, TPolynom& p);

void remove\_polynom(const string& name);

int main() {

try {

menu();

}

catch (string exp) {

cout << exp << endl;

return -1;

}

return 0;

}

void menu() {

int ans;

while (1) {

system("cls");

cout << "PATH:menu\\" << endl;

print\_selected\_tables();

cout << endl;

cout << "1. Insert polynom" << endl;

cout << "2. Remove polynom" << endl;

cout << "3. Operations" << endl;

cout << "4. Print tables" << endl;

cout << "5. Select tables" << endl;

cout << "6. Polynom value" << endl;

cout << "0. EXIT" << endl << endl;

cin >> ans;

if (ans == INSERT) {

insert();

}

else if (ans == DELETE) {

remove();

}

else if (ans == OPERATIONS) {

operations();

}

else if (ans == PRINT) {

print\_tables();

}

else if (ans == SELECT\_TABLES) {

select\_tables();

}

else if (ans == VALUE) {

value();

}

else if (ans == EXIT) {

return;

}

}

}

void insert() {

system("cls");

cout << "PATH:menu\\insertion\\" << endl;

if (!(flag\_scan || flag\_sorted || flag\_array\_hash)) {

cout << "Tables not selected." << endl;

system("pause");

return;

}

print\_selected\_tables();

cout << endl;

cout << "Enter the name of the polynomial that you want to add to the table: " << endl;

try {

string name;

cin.ignore(numeric\_limits<streamsize>::max(), '\n');

getline(cin, name);

TPolynom new\_polynom(name);

cout << endl;

save\_polynom(name, new\_polynom);

}

catch (string exp) {

cout << exp << endl;

system("pause");

return;

}

system("pause");

}

void remove() {

system("cls");

cout << "PATH:menu\\removing\\" << endl;

if (!(flag\_scan || flag\_sorted || flag\_array\_hash)) {

cout << "Tables not selected." << endl;

system("pause");

return;

}

print\_selected\_tables();

cout << endl;

cout << "Enter the name of the polynomial you want to remove from the table." << endl << endl;

try {

string name;

cin.ignore(numeric\_limits<streamsize>::max(), '\n');

getline(cin, name);

cout << endl;

remove\_polynom(name);

}

catch (string exp) {

cout << exp << endl;

system("pause");

return;

}

system("pause");

}

void operations() {

system("cls");

cout << "PATH:menu\\operations\\" << endl;

cout << "Select table." << endl << endl;

cout << "0. none" << endl;

cout << "1. ScanTable" << endl;

cout << "2. SortedTable" << endl;

cout << "3. ArrayHashTable" << endl << endl;

int tab = 0;

cin >> tab;

if (tab < SCAN || tab > ARRAY\_HASH) return;

system("cls");

cout << "PATH:menu\\operations\\" << endl;

cout << "Selected table: ";

if (tab == SCAN) cout << "ScanTable" << endl;

if (tab == SORTED) cout << "SortedTable" << endl;

if (tab == ARRAY\_HASH) cout << "ArrayHashTable" << endl << endl;

cout << "Select an operation to apply it on table polynomials." << endl << endl;

cout << "0. none" << endl;

cout << "1. +" << endl;

cout << "2. -" << endl;

cout << "3. \*" << endl;

cout << "4. diff\_x" << endl;

cout << "5. diff\_y" << endl;

cout << "6. diff\_z" << endl << endl;

int op = 0;

cin >> op;

if (op < SUM || op > DIFF\_Z) return;

system("cls");

cout << "PATH:menu\\operations\\" << endl;

string name1, name2, result\_name;

TabRecord<string, TPolynom> \*tab\_polynom1 = nullptr, \*tab\_polynom2 = nullptr;

try {

cout << "Enter the polynom to find it in the table: " << endl;

cin.ignore(numeric\_limits<streamsize>::max(), '\n');

getline(cin, name1);

if (tab == SCAN) {

tab\_polynom1 = scan\_table.find(name1);

}

if (tab == SORTED) {

tab\_polynom1 = sorted\_table.find(name1);

}

if (tab == ARRAY\_HASH) {

tab\_polynom1 = array\_hash\_table.find(name1);

}

if (tab\_polynom1 == nullptr) {

cout << "ERROR: polynom not found" << endl;

system("pause");

return;

}

cout << endl;

if (op >= SUM && op <= MUL) {

cout << "Enter the second polynom to find it in the table: " << endl;

getline(cin, name2);

if (tab == SCAN) {

tab\_polynom2 = scan\_table.find(name2);

}

if (tab == SORTED) {

tab\_polynom2 = sorted\_table.find(name2);

}

if (tab == ARRAY\_HASH) {

tab\_polynom2 = array\_hash\_table.find(name2);

}

if (tab\_polynom2 == nullptr) {

cout << "ERROR: second polynom not found" << endl;

system("pause");

return;

}

}

cout << endl;

system("cls");

cout << "PATH:menu\\operations\\" << endl;

TPolynom result("0");

if (op == SUM) {

result = \*tab\_polynom1->data + \*tab\_polynom2->data;

result\_name = "(" + name1 + ") + (" + name2 + ")";

}

else if (op == SUB) {

result = \*tab\_polynom1->data - \*tab\_polynom2->data;

result\_name = "(" + name1 + ") - (" + name2 + ")";

}

else if (op == MUL) {

result = \*tab\_polynom1->data \* \*tab\_polynom2->data;

result\_name = "(" + name1 + ") \* (" + name2 + ")";

}

else if (op == DIFF\_X) {

result = tab\_polynom1->data->diff\_x();

result\_name = "(" + name1 + ")'x";

}

else if (op == DIFF\_Y) {

result = tab\_polynom1->data->diff\_y();

result\_name = "(" + name1 + ")'y";

}

else if (op == DIFF\_Z) {

result = tab\_polynom1->data->diff\_z();

result\_name = "(" + name1 + ")'z";

}

cout << result\_name << " = " << result << endl << endl;

cout << "Add result in tables? (1/0)" << endl;

int ans = 0;

cin >> ans;

if (ans == 1) {

cout << endl;

print\_selected\_tables();

cout << "\nThe result will be added to the selected tables." << endl;

cout << "Change the selected tables? (1/0)" << endl;

cin >> ans;

if (ans == 1) {

select\_tables();

system("cls");

cout << "PATH:menu\\operations\\" << endl;

cout << result\_name << " = " << result << endl << endl;

print\_selected\_tables();

}

if (!(flag\_scan || flag\_sorted || flag\_array\_hash)) {

cout << "Tables not selected." << endl;

system("pause");

return;

}

cout << endl;

save\_polynom(result\_name, result);

}

system("pause");

}

catch (string exp) {

cout << exp << endl;

system("pause");

return;

}

}

void print\_tables() {

system("cls");

cout << "PATH:menu\\print\\" << endl;

if (!(flag\_scan || flag\_sorted || flag\_array\_hash)) {

cout << "Tables not selected." << endl;

system("pause");

return;

}

print\_selected\_tables();

cout << endl;

if (flag\_scan) {

cout << "ScanTable:" << endl;

cout << scan\_table << endl;

}

if (flag\_sorted) {

cout << "SortedTable:" << endl;

cout << sorted\_table << endl;

}

if (flag\_array\_hash) {

cout << "ArrayHashTable:" << endl;

cout << array\_hash\_table << endl;

}

system("pause");

}

void select\_tables() {

int st = 0;

do {

system("cls");

cout << "# table\_name is\_selected" << endl;

cout << "1 ScanTable " << flag\_scan << endl;

cout << "2 SortedTable " << flag\_sorted << endl;

cout << "3 ArrayHashTable " << flag\_array\_hash << endl << endl;

cout << "Select # of table to enable/disable." << endl;

cout << "Press 0 to go back to previous menu." << endl << endl;

cin >> st;

if (st == 0) return;

else if (st == 1) flag\_scan = !flag\_scan;

else if (st == 2) flag\_sorted = !flag\_sorted;

else if (st == 3) flag\_array\_hash = !flag\_array\_hash;

} while (st != 0);

}

void value() {

system("cls");

cout << "PATH:menu\\values\\" << endl;

cout << "Select table." << endl << endl;

cout << "0. none" << endl;

cout << "1. ScanTable" << endl;

cout << "2. SortedTable" << endl;

cout << "3. ArrayHashTable" << endl << endl;

int tab = 0;

cin >> tab;

if (tab < SCAN || tab > ARRAY\_HASH) return;

system("cls");

cout << "PATH:menu\\operations\\" << endl;

cout << "Selected table: ";

if (tab == SCAN) cout << "ScanTable" << endl;

if (tab == SORTED) cout << "SortedTable" << endl;

if (tab == ARRAY\_HASH) cout << "ArrayHashTable" << endl << endl;

string name1;

TabRecord<string, TPolynom>\* tab\_polynom1 = nullptr;

try {

cout << "Enter the polynomial whose value you want to find out." << endl;

cin.ignore(numeric\_limits<streamsize>::max(), '\n');

getline(cin, name1);

if (tab == SCAN) {

tab\_polynom1 = scan\_table.find(name1);

}

if (tab == SORTED) {

tab\_polynom1 = sorted\_table.find(name1);

}

if (tab == ARRAY\_HASH) {

tab\_polynom1 = array\_hash\_table.find(name1);

}

if (tab\_polynom1 == nullptr) {

cout << "ERROR: polynom not found" << endl;

system("pause");

return;

}

cout << endl;

double x = 0, y = 0, z = 0;

cout << "x = ";

cin >> x;

cout << "y = ";

cin >> y;

cout << "z = ";

cin >> z;

cout << endl;

cout << "p(" << x << ", " << y << ", " << z << ") = " << tab\_polynom1->data->operator()(x, y, z) << endl;

system("pause");

}

catch (string exp) {

cout << exp << endl;

system("pause");

return;

}

}

void print\_selected\_tables() {

cout << "SELECTED TABLES: ";

if (flag\_scan) cout << "ScanTable ";

if (flag\_sorted) cout << "SortedTable ";

if (flag\_array\_hash) cout << "ArrayHashTable ";

cout << endl;

}

void save\_polynom(const string& name, TPolynom& polynom) {

if (flag\_scan) {

try {

scan\_table.insert(name, &polynom);

cout << "ScanTable.insert(): OK" << endl;

}

catch (string exp) {

cout << "ScanTable.insert(): " << exp << endl;

}

}

if (flag\_sorted) {

try {

sorted\_table.insert(name, &polynom);

cout << "SortedTable.insert(): OK" << endl;

}

catch (string exp) {

cout << "SortedTable.insert(): " << exp << endl;

}

}

if (flag\_array\_hash) {

try {

array\_hash\_table.insert(name, &polynom);

cout << "ArrayHashTable.insert(): OK" << endl;

}

catch (string exp) {

cout << "ArrayHashTable.insert(): " << exp << endl;

}

}

}

void remove\_polynom(const string& name) {

if (flag\_scan) {

try {

scan\_table.remove(name);

cout << "ScanTable.remove(): OK" << endl;

}

catch (string exp) {

cout << "ScanTable.remove(): " << exp << endl;

}

}

if (flag\_sorted) {

try {

sorted\_table.remove(name);

cout << "SortedTable.remove(): OK" << endl;

}

catch (string exp) {

cout << "SortedTable.remove(): " << exp << endl;

}

}

if (flag\_array\_hash) {

try {

array\_hash\_table.remove(name);

cout << "ArrayHashTable.remove(): OK" << endl;

}

catch (string exp) {

cout << "ArrayHashTable.remove(): " << exp << endl;

}

}

}